

Державний вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет
Кафедра прикладної математики та інформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший провектор

Леонід Бачурін

2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ОК28 Технології розподілених систем та паралельних обчислень
(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність (ості) **122 Комп'ютерні науки**
(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма **«Комп'ютерні науки»**
(назва освітньої програми)

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни **«Технології розподілених систем та паралельних обчислень»** для здобувачів вищої освіти за спеціальністю **122 Комп'ютерні науки**

26 січня 2021 року. – 9с.

Розробники:

Назарова І.А., к.т.н., доцент кафедри ПМІ, доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри **прикладної математики та інформатики**

Протокол №1 від «28» січня 2021р.

Завідувач кафедрою прикладної математики та інформатики

(підпис)

(Дмитрієва О.А.)

(прізвище та ініціали)

28.01.2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією **галузі знань 12 Інформаційні технології**

Протокол №1 від «28» січня 2021р. Голова

(підпис)

(Башков С.О.)

(прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна
Статус	Нормативна
Обсяг в кредитах ЄКТС	5
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом:	150
в тому числі:	
лекцій:	32
практичні заняття:	-
лабораторні заняття:	32
індивідуальне завдання:	-
самостійна робота:	86
Форма підсумкового контролю	Екзамен
Дисципліну викладають	Викладач Назарова І.А. https://donntu.edu.ua/knt/pmi.iryana.nazarova@donntu.edu.ua

Передумови для вивчення дисципліни: успішному вивченню дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Дискретна математика», «Вища математика», «Дискретний аналіз», «Дискретні структури і алгоритми», «Чисельні методи», «ООП», «Програмування».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Дисципліна «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» має своєю метою формування знань та вмінь студента в області сучасних інформаційних, паралельних, багатопроекторних комп'ютерних систем, методів розробки та оцінки ефективності алгоритмічного та програмного забезпечення для сучасних комп'ютерів.

Компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

ФК9. Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах.

ФК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

ФК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПРН2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

ПРН3. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій.

ПРН4. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.

ПРН16: Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

3. Очікувані результати навчання

Основними результатами опанування дисципліни «Технології розподілених систем та паралельних обчислень» є:

- 1) оволодіння теоретичними і аналітичними методами та сучасними підходами до розробки та оцінюванні ефективності паралельних розподілених обчислень;
- 2) оволодіння основами технології MPI: інтерфейс передачі повідомлень в розподілених комп'ютерних системах, огляд реалізацій та стандартів MPI;
- 3) вивчення загальних функцій MPI, структури MPI-програми; прийому і передачі повідомлень, парних операцій передачі повідомлень, режимів передачі даних;
- 4) опанування операціями колективної взаємодії процесів та довільними типами даних MPI, групами процесів та комунікаторів, синхронізацією процесів, віртуальними топологіями: декартові та топології графа;
- 5) особливості паралельних обчислювальних алгоритмів для ОС з розподіленою пам'яттю: матричне множення, сортування тощо;
- 6) розподілені методи розв'язання лінійної задачі Коші на базі матричної експоненти;
- 7) розпаралелені явні/неявні багатостадійні методи рішення нелінійної задачі Коші для СЗДР, технологію локальної екстраполяції Річардсона (LER) для розподіленої пам'яті;
- 8) паралельні блокові або багатоточкові методи розв'язання задачі Коші для ОС розподіленої пам'яті.

Внаслідок вивчення курсу студенти повинні вміти:

–розробляти паралельні методи розв'язання задач із використанням декомпозиційної ієрархічної методики та різних інформаційних графів алгоритмів, графів впливу;

–будувати відображення паралельних методів на паралельні структури різних архітектур та топологій;
 –обчислювати динамічні характеристик паралельних методів чи алгоритмів, прискорення, ефективність, загальні накладні витрати, масштабування, функцію ізоелементності;
 –оцінювати тимчасову складність паралельних методів та виявляти області пріоритетного застосування;
 –конструювати паралельне програмне забезпечення із використанням бібліотеки *MPI* для довільної паралельної архітектури та для кластерних архітектур;
 –розв'язувати типові задачі із комбінаторного аналізу, методів сортування, теорії неорієнтованих та орієнтованих графів на ПОС;
 –розв'язувати типові задачі чисельного аналізу, лінійної алгебри, теорії звичайних диференціальних рівнянь на ПОС.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- екзамен;
- лабораторні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання мають формулювати порядок оцінювання під час поточного контролю (за результатами практичних занять та виконання індивідуальних завдань) та підсумкового контролю.

Поточний контроль					Іспит	Максимальна сума балів
Л.р. №1	Л.р. №2	Л.р. №3	Л.р. №4	Л.р. №5		
5	5	5	5	20	60	100

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Технологія *MPI*: інтерфейс передачі повідомлень в розподілених комп'ютерних системах. Основні поняття та означення. Огляд *MPI*. Реалізації та стандарти *MPI*.

Тема 2. Загальні функції *MPI*. Структура *MPI*-програми. Прийом і передача повідомлень. Парні операції передачі повідомлень, режими передачі даних.

Тема 3. Колективна взаємодія процесів.

Тема 4. Довільні типи даних у *MPI*. Передача упакованих даних.

Тема 5. Синхронізація процесів. Керування групами процесів та комунікаторами.

Тема 6. Віртуальні топології процесів: декартові та топології графа.

Тема 7. Системи класифікації та основні класи ПОС. Огляд сучасних ПОС. Принципи побудови ПОС. Особливості кластерних систем.

Тема 8. Топологічні структури міжпроцесорного зв'язку: лінійка/кільце, сітка/тор гіперкуб та методи передачі інформації в ПОС.

Тема 9. Загальні методи розпаралелювання алгоритмів. Декомпозиційна ієрархічна методика. Динамічні характеристики якості паралельних алгоритмів.

Тема 10. Паралельні чисельні методи розв'язання типових задач обчислювальної математики. Паралельні чисельні алгоритми матричного добутку. Алгоритми Фокса та Кеннона.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

Не передбачено навчальним планом

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1-2. Ознайомлення з основами <i>MPI</i> .	4
2	Тема 1-2. Блокуючий і неблокуючий обмін. Дедлок.	6
3	Тема 3-4. Колективні операції передачі даних.	6
4	Тема 5-6. Похідні типи даних.	4
5	Теми 7-10. Розробка та аналіз ефективності паралельного алгоритму та програмного додатку.	12
	Разом	32

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Технологія <i>MPI</i> : інтерфейс передачі повідомлень в розподілених комп'ютерних системах. Основні поняття та означення. Огляд <i>MPI</i> . Реалізації та стандарти <i>MPI</i> .	10
2	Тема 2. Загальні функції <i>MPI</i> . Структура <i>MPI</i> -програми. Прийом і передача повідомлень. Парні операції передачі повідомлень, режими передачі даних.	10
3	Тема 3. Колективна взаємодія процесів.	10
4	Тема 4. Довільні типи даних у <i>MPI</i> . Передача упакованих даних.	10
5	Тема 5. Керування групами процесів та комунікаторами. Синхронізація процесів.	10
6	Тема 6. Віртуальні топології: декартові та топології графа.	10
7	Тема 7. Метрики паралелізму для розподілених систем (PC).	10
8	Тема 8. Топології та моделі передачі даних в PC.	6
9	Тема 9. Паралельні алгоритми операцій лінійної алгебри для PC.	10
	Разом	86

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Література

7.1. Основна

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608с.
2. Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Основы параллельных вычислений для многопроцессорных вычислительных систем. – Н. Новгород, ННГУ, 2001. – 122.
3. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. – Москва: ИУИТ. Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 423с.
4. Немнюгин С., Стесик О. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 396с.
5. Барский А.Б. Параллельные информационные технологии. – Москва: ИУИТ. Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 503с.
6. Букатов А.А., Дашок В.Н., Жегуло А.И. Программирование многопроцессорных ВС. – Ростов-на Дону: Изд-во ООО ЦВВР, 2003. – 208с.
7. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 342с.
8. Цилькер Б.Я., Орлов С.А. Организация ЭВМ и систем. – СПб.: Питер, 2004. – 668с.

7.2. Допоміжна

1. Grand Challenges: High performance computing and communications // A report by the Committee on Physical, Mathematical and Engineering Science, NSF/CISE, 1800 G. Street NW, Washington, DC 20550, 2001.
2. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608с.
3. Воеводин В.В. Математические проблемы параллельных вычислений // Тезисы докладов II Всероссийской научной конференции "Методы и средства обработки информации". 5-7 октября 2005. – Москва: МГУ, 2005. – С. 22-33.
4. Воеводин В.В. Информационная структура алгоритмов. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 139с.
5. Воеводин В.В. Математические основы параллельных вычислений. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 345с.
6. Grama A., Gupta A., Kumar V. Isoefficiency: Measuring the scalability of parallel algorithms and architectures // IEEE Parallel and Distributed technology, 1993. – P. 12-21.
7. Корнеев В.В. Параллельное программирование в MPI. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 304с.

7.3. Методична

1. Фельдман Л.П., Назарова І.А. Паралельні однокрокові методи чисельного розв'язання задачі Коші. – Д.: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 185с.
<http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32417>
2. Фельдман Л.П., Назарова І.А. Современные параллельные методы численного решения задачи Коши. – Д.: ДВНЗ «ДонНТУ», 2013. – 207с.
<http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32419>
3. Методичні вказівки до практичних робіт за курсом «Паралельні інформаційні системи» для магістрів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення спеціалізації «Інженерія програмного забезпечення» та «Програмне забезпечення мультимедійних систем для ігрових додатків» денної форми навчання [Електронний ресурс]: / укладач І.А. Назарова. – Покровськ, 2018. – 58 с.
<http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=22270>
<http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/32418>

8. Інформаційні ресурси

1. Лаборатория Параллельных информационных технологий НИВЦ МГУ. – Информационно-аналитические материалы по параллельным вычислениям (<http://www.parallel.ru>)
2. Центр компьютерного моделирования, Нижегородский университет им. Лобачевского (<http://www.software.unn.ac.ru/ccam>)
3. Материалы группы IEEE по кластерным вычислениям (<http://www.ieeetfcc.org>)
4. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. – <http://www.intuit.ru/department/calculate/paralltp/>
5. Богданов А.В. и др. Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем. – <http://www.intuit.ru/department/hardware/atmcs/>
6. Барский А.Б. Архитектура параллельных вычислительных систем. – <http://www.intuit.ru/department/hardware/paralltech/>
7. Барский А.Б. Параллельное программирование. – <http://www.intuit.ru/department/se/parallprog/>
8. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. – <http://www.intuit.ru/department/calculate/calcalgo/>